

# ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

А. Е. Бедарик, З. С. Кунцевич

## РОЛЬ И МЕСТО СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ» В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет

*В статье раскрыта структура модульного изучения дисциплины «Физическая и коллоидная химия» на фармацевтическом факультете медицинского университета, показана значимость содержания материала каждого модуля в комплексном изучении химико-фармацевтических дисциплин и в профессиональной подготовке провизора, проведен анализ и дано описание роли и места ситуационных задач при изучении каждого модуля дисциплины.*

*Ключевые слова: физическая и коллоидная химия, модульная система, ситуационные задачи.*

### ВВЕДЕНИЕ

Целью высшего образования независимо от специальности является подготовка специалиста, готового к постоянному саморазвитию, творческому поиску, приобретению новых знаний. Выпускник фармацевтического факультета медицинского университета особенно должен быть готов саморазвиваться и самосовершенствоваться [1], так как фармацевтическая промышленность с каждым годом наращивает ассортимент выпускаемых лекарственных средств, что требует от специалиста постоянного изучения механизма действия и области применения новых лекарственных препаратов. Для этого за время учёбы в университете у студентов должны быть сформированы интеллектуальные умения, используемые в дальнейшей деятельности для пополнения и применения знаний и решения профессиональных задач [1]. Формирование данных умений должно начинаться уже на первых курсах обучения, быть непрерывным и охватывать все дисциплины.

Целью представленной работы являются анализ и описание роли и места ситуационных задач при модульном изучении дисциплины «Физическая и коллоидная химия» на втором курсе фармацевтического факультета.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выполнен ретроспективный анализ содержания программы дисциплины «Фи-

зическая и коллоидная химия» с целью определения типов и содержания ситуационных задач, предлагаемых на лабораторно-практических занятиях и для организации самостоятельной работы студентов [2, 3]. В ходе исследования использовались теоретические (анализ литературы по исследуемой проблеме) и эмпирические (обобщение накопленного опыта) методы исследования.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Физическая и коллоидная химия является одной из комплексных сложных дисциплин, изучаемых студентами на втором курсе фармацевтического факультета. Данная дисциплина является симбиозом физики, математики и химии. Основываясь на материале дисциплины «Общая и неорганическая химия», который изучается на первом курсе, физическая и коллоидная химия формирует базовые теоретические знания и практические умения, которые будут необходимы при изучении других химических дисциплин (аналитическая, биологическая, токсикологическая, фармацевтическая химии, промышленная и аптечная технологии лекарственных средств), а также ряда учебных дисциплин, которые в той или иной степени содержат химические знания (фармакология, физиология и т.п.). Материал по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» согласован нами с программами данных дисциплин, и выработан единый подход к изучению смежных программных вопросов [3].

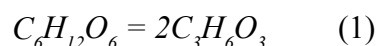
При изучении дисциплины «Физическая и коллоидная химия» нами используется модульная система. Она позволяет структурировать программный материал и отразить в каждом блоке-модуле единство теории и практики: изучаемый теоретический материал подкрепляется выполняемыми студентами лабораторными работами (учебно-исследовательскими работами студентов – УИРС). Помимо этого, каждый модуль включает комплекс расчётных ситуационных задач, содержащих элементы профессиональной направленности. Опыт работы показывает, что многие студенты сталкиваются с проблемой математической обработки экспериментальных данных, полученных в ходе выполнения учебно-исследовательской работы. Самостоятельное решение ситуационных задач, содержащих элементы расчётов УИРС, при подготовке к занятиям значительно облегчает в дальнейшем оформление и защиту учебно-исследовательской работы.

Содержание дисциплины «Физическая и коллоидная химия» представлено нами в виде семи модулей. Для каждого модуля подобрано значительное количество задач, содержательно актуализирующих знания студентов о биохимических процессах, протекающих в живом организме, или отражающих своим содержанием практическое применение получаемых теоретических знаний. Приведем некоторые примеры используемых нами задач конкретно для каждого модуля.

**Модуль 1:** «Основы химической термодинамики. Термодинамика химического равновесия». Термодинамика является теоретической базой биоэнергетики – науки, изучающей закономерности накопления, хранения и использования энергии живыми системами. Знание термодинамических закономерностей и умение их применять для решения конкретных практических вопросов необходимо при изучении последующих разделов курса дисциплины «Физическая и коллоидная химия» (химическая кинетика и равновесие, теория растворов, электрохимия, физико-химия поверхностных явлений), а также при изучении биохимии, физиологии и других медико-биологических и фармацевтических дисциплин. Основной закон термохимии – закон Гесса, являющийся следствием первого начала термо-

динамики, позволяет рассчитать количество энергии, выделяющееся при окислении различных пищевых продуктов в организме. Это дает возможность составить баланс рационального питания людей в соответствии с их возрастом и трудовой деятельностью. Термохимический анализ процессов окисления продуктов питания в организме необходим также для понимания механизмов биохимических реакций. В биологических процессах молекулы одного и того же вещества могут быть вовлечены в несколько различных реакций, приводящих к разным метаболитам. Преимущество того или иного пути превращения веществ может быть оценено с использованием термодинамических потенциалов. Для математического подтверждения данного постулата студентам предлагается решить, например, следующую задачу [4]:

**Задача 1.** В анаэробных условиях в организме глюкоза превращается в молочную кислоту:



В аэробных условиях протекает процесс:



Какой из процессов энергетически более выгоден для организма, если

$$\Delta H_{f,298}^o (C_6H_{12}O_6) = -1274 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}};$$

$$\Delta H_{f,298}^o (C_3H_6O_3) = -694 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}};$$

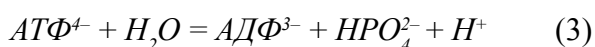
$$\Delta H_{f,298}^o (H_2O) = -286 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}};$$

$$\Delta H_{f,298}^o (CO_2) = -393 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}?$$

Многие биохимические процессы в организме можно рассматривать как обратимые реакции. Среди них такие жизненно важные процессы, как связывание кислорода гемоглобином, транспортная роль белков, гидролиз универсального источника энергии для организма – АТФ и др. В соответствии с принципом Ле-Шателье можно прогнозировать нарушения в организме, вызываемые изменением температуры, давления и концентрации метаболитов; регулировать многие биохимические и физиологические процессы. Данные аспекты можно проил-

люстрировать, например, при решении задачи 2.

**Задача 2.** Изменение стандартной энергии Гиббса и энтальпии реакции гидролиза АТФ:



при стандартной температуре равны 5,4 кДж/моль и – 19,7 кДж/моль, соответственно. Рассчитайте изменение энтропии этой реакции и укажите преимущественное направление протекания реакции при температуре 37°C, pH = 7 и концентрациях АТФ<sup>4-</sup>, АДФ<sup>3-</sup>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub><sup>2-</sup> по 0,01 моль/л. Как повлияют ацидоз и алкалоз организма на равновесие реакции гидролиза АТФ?

**Модуль 2:** «Фазовые равновесия». На первом занятии данного модуля студенты знакомятся с фазовыми диаграммами. Данный материал находит практическое применение, так как благодаря построению и изучению фазовых диаграмм удаётся избежать несовместимости лекарственных средств, увеличить биологическую доступность малорастворимых лекарственных веществ. В ряде случаев диаграммы состояния лекарственных смесей помогают приготовить лекарственную форму. Практическое применение данного материала раскрывает, например, следующая задача:

**Задача 1.** В качестве основы для приготовления суппозиторий с новокаином было использовано 200 г расплава, содержащего 80% парафина и 20% метилстеарата. При охлаждении до момента образования эвтектики при температуре 309К выкристаллизовалось 80 г парафина. Определите состав эвтектики.

Равновесия «жидкость-пар», изучаемые на занятиях данного модуля, лежат в основе теории и практики разделения смесей жидкостей перегонкой. Перегонка широко используется в фармацевтической практике для разгонки эфирных масел, в синтезе фармацевтических препаратов – лидола, барбитуратов и др. На лабораторных занятиях данного модуля студенты впервые знакомятся с таким понятием, как экстракция. Экстракция широко применяется в фармацевтическом производстве для выделения из растительного сырья эфирных масел, алкалоидов, витаминов и других лекарственных веществ. Экстракция является важнейшим процес-

сом выделения и очистки пенициллина. Полученные на занятиях данного модуля знания будут использоваться при изучении фармакогнозии, фармацевтической технологии, фармацевтической химии. Как один из примеров ситуационных задач практической направленности приведём такую задачу:

**Задача 2.** Определите, какую массу пенициллина можно извлечь из 1 л производственной жидкости, содержащей 5 г пенициллина, при однократной экстракции его 300 мл амилацетата. Коэффициент распределения пенициллина между амилацетатом и водной средой равен 25.

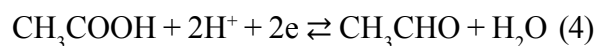
**Модуль 3:** «Свойства растворов неэлектролитов и электролитов. Электрохимия». Водные растворы неорганических и органических соединений, часть из которых являются электролитами, составляют основу важнейших биологических жидкостей. Наиболее значимы для фармации и медицины осмотические явления. Обусловлено это тем, что перемещение питательных веществ и продуктов обмена в живых организмах происходит прежде всего посредством диффузии и осмоса. Благодаря осмосу регулируется поступление воды в клетки и межклеточные структуры. Возникающим при этом осмотическим давлением обеспечивается упругость клеток (тургор), эластичность тканей, водно-солевой обмен и др. Лекарственные средства, вводимые парентерально, должны быть изотоничны биосредам (кроме тех случаев, когда с терапевтическими целями вводят заведомо гипертонические растворы). Все растворы, использующиеся в качестве кровезаменителей, являются также изотоничными крови. Исходя из этого, студентам предлагается решить, например, следующую задачу:

**Задача 1.** Определить молярную концентрацию раствора глюкозы C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> при температуре 37°C, который изотоничен крови. Осмотическое давление крови равно 7,6 атм.

Наличие в биологических жидкостях разнообразных по своей природе электролитов приводит к тому, что на границах раздела фаз, имеющих место в организме, формируется двойной электрический слой, который характеризуется тем или иным потенциалом. В тканях организма, даже внутри одной клетки, имеется ряд потенциалов (биопотенциалов), обуслов-

ленных морфологической и химической неоднородностью внутреннего содержимого клеток. К тому же, большинство биохимических процессов в организме являются окислительно-восстановительными. Каждый компонент окислительно-восстановительного процесса характеризуется определенным значением окислительно-восстановительного потенциала. Зная значение этих потенциалов для компонентов, участвующих в биохимических окислительно-восстановительных реакциях, можно определить направление и глубину протекания этих процессов, что раскрывает возможности более детального изучения биохимии и физиологии. Влияние на окислительно-восстановительный потенциал соотношения концентраций участников реакции и кислотности среды иллюстрирует, например, следующая задача:

**Задача 2.** Рассчитайте потенциал биологической окислительно-восстановительной системы:



при 298K и pH = 7, если  $\varphi_{\text{CH}_3\text{COOH}, 2\text{H}^+, \text{CH}_3\text{CHO}} = -0,5818\text{В}$ ,  $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,1$  моль/л;  $[\text{CH}_3\text{CHO}] = 0,01$  моль/л.

**Модуль 4:** «Химическая кинетика и катализ». Химическая кинетика экспериментально и теоретически исследует фактические скорости химических реакций, их зависимость от различных факторов, тем самым дополняет термодинамику и позволяет определять пути реализации возможности самопроизвольного протекания химических превращений. Уравнения химической кинетики служат основой для расчетов технологических процессов и аппаратуры в фармацевтической промышленности. Поэтому химическая кинетика непосредственно связана с задачами фармацевтической технологии:

**Задача 1.** При хранении таблеток анальгина установлено, что константа скорости разложения анальгина при температуре 293 К составила  $5,4 \cdot 10^{-6}$  час<sup>-1</sup>. Определите срок хранения таблеток (время разложения 10% вещества) при температуре 293 К.

**Задача 2.** Константа скорости реакции разложения новокаина при температуре 45°C равна  $1,5 \cdot 10^{-5}$  сут.<sup>-1</sup>. Чему рав-

на скорость разложения новокаина при температуре хранения 25°C, если температурный коэффициент равен 2, а концентрация его в растворах для инъекций равна 0,07 моль/л ?

**Модуль 5:** «Поверхностные явления». Живые организмы представляют собой системы с очень развитыми поверхностями раздела: кожные покровы, стенки кровеносных сосудов и нервных окончаний, клеточные мембраны и т.д. С процесса адсорбции – самопроизвольного изменения концентрации веществ в поверхностном слое – начинается процесс всасывания питательных и лекарственных веществ, проникновение токсинов в клетки и ткани организма. В свою очередь адсорбция (лечебная гемосорбция, энтеросорбция и др. методы) находит широкое применение для детоксикации организма. Предлагаемая нами задача напрямую иллюстрирует упомянутый процесс гемосорбции [4].

**Задача 1.** Максимальная адсорбция холестерина на адсорбенте АДБ составляет 0,7 мкмоль/г. Какая масса холестерина адсорбируется из плазмы крови, содержащей 4,8 мкмоль/мл холестерина, если постоянная К в уравнении Ленгмюра равна 0,5 мкмоль/мл, молярная масса холестерина составляет 387 г/моль, а для адсорбции было взято 10 г угля?

Одно из занятий данного модуля посвящено изучению хроматографии. Хроматографические методы получили широкое распространение благодаря эффективности, простоте эксперимента, селективности, возможности автоматизации в сочетании с другими физико-химическими методами. С помощью хроматографии разделяют смеси аминокислот, гидролизаты белков, смеси фосфосахаридов, пуриновых и пиримидиновых оснований, фракционируют белки, очищают антители, выделяют стрептомицин, хлортетрациклин и другие антибиотики, алкалоиды, гормоны, антигистаминные вещества. Обработку полученных экспериментальных данных хроматографического анализа отражает следующая задача, рекомендованная нами:

**Задача 2.** При разделении смеси липидов на пластинке с силикагелем получены четыре пятна, расстояния которых от линии старта равны: а) 1,2 см; б) 2,5 см; в) 6,4 см; г) 7,2 см. Путь, пройденный рас-

творителем, равен 11,6 см. Идентифицируйте пятна холестерина и стеариновой кислоты на хроматограмме, если индексы удерживания холестерина и стеариновой кислоты в данной системе (водно-органическая подвижная фаза) соответственно равны 0,103 и 0,56. Какой из данных компонентов более полярен?

**Модуль 6:** «Коллоидные растворы». Изучаемые на занятиях данного модуля свойства коллоидных растворов можно в полной мере перенести на ряд физиологических процессов, протекающих в организме человека. Коагуляция лежит в основе свёртывания крови вследствие слипания эритроцитов из-за уменьшения их дзета-потенциала. Образование и отложение осадков фосфата кальция и холестерина на внутренней поверхности кровеносных сосудов представляют собой процессы, также аналогичные коагуляции. В основе процесса растворения тромбов лежит пептизация. Поэтому после изучения данного модуля у студентов должно быть сформировано представление о формировании двойного электрического слоя на поверхности коллоидной частицы и факторах, влияющих на устойчивость и коагуляцию коллоидных систем. Закреплению полученных знаний способствует решение, например, следующей задачи:

**Задача 1.** Золь карбоната кальция получен смешением равных объемов растворов  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Концентрация раствора какого электролита больше, если в электрическом поле гранулы перемещались к катоду? Напишите формулу мицеллы золя и укажите её составные части. Какие ионы будут вызывать коагуляцию данного золя?

**Модуль 7:** «Разные классы дисперсных систем. ВМС».

Суспензии и эмульсии довольно широко используются как лекарственные средства. Для изготовления эмульсий в фармацевтическом производстве используют персиковое, оливковое, касторовое и некоторые другие масла. Полученные на их основе эмульсии могут использоваться для доставки водонерастворимых лекарственных веществ и повышения их биодоступности (например, эмульсии диазепама, синтомицина, барбитуратов и другие). Решение предложенных нами задач позволяет студентам глубже понять технологию изготовления лекарств в виде порошков,

золей, суспензий, эмульсий.

**Задача 1.** Касторовое масло используется в качестве носителя жирорастворимых лекарственных веществ в эмульсиях первого рода. Вычислите количество капелек масла в 100 г такой эмульсии, если массовая доля масла равна 9%, а диаметр капелек равен  $2 \cdot 10^{-5}$  м. Плотность масла принять  $0,93 \text{ г/см}^3$ .

База ситуационных задач по физической и коллоидной химии постоянно пополняется и обновляется как за счёт задач, появляющихся в соответствующих сборниках, так и за счёт авторских задач, составляемых сотрудниками кафедры.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование практико-ориентированных задач позволяет наглядно проиллюстрировать внутри- и межпредметные связи физической и коллоидной химии, показать пути практического применения знаний, что усиливает мотивацию изучения данной дисциплины студентами. Решение подобных задач, на наш взгляд, должно способствовать пониманию студентами места и роли физической и коллоидной химии в образовании будущего провизора и формировании у него профессиональных компетенций.

## SUMMARY

A. E. Bedarik, Z. S. Kuntsevich  
THE ROLE AND PLACE OF  
SITUATIONAL TASKS ON THE  
DISCIPLINE «PHYSICAL AND  
COLLOIDAL CHEMISTRY» IN  
PROFESSIONAL TRAINING  
OF STUDENTS OF THE  
PHARMACEUTICAL FACULTY

The structure of the modular study on the discipline «Physical and Colloid Chemistry» at the Pharmaceutical Faculty of the Medical University is described, the significance of the content of each module's material in a comprehensive study of chemical and pharmaceutical disciplines and in the professional preparation of the pharmacist is shown, analysis and description of the role and place of situational tasks in the study of each module of the discipline is made in the article.

Keywords: physical and colloid chemistry, modular system, situational tasks.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательный стандарт. ОСВО. Учебная специальность 1-79 01 08 «Фармация» / Утвержден и введен в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 № 88. – Минск, 2013. – 52 с.

2. Типовая программа по учебной дисциплине «Физическая и коллоидная химия» для специальности 1-79 01 08 «Фармация» / Утверждена 29.08.2014, регистрационный номер ТД-Л. 442/тип. – Минск, 2014. – 17 с.

3. Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Физическая и коллоидная химия» для специальности 1-79 01 08 «Фармация» (дневная форма получения высшего образования). Составители: А. Е. Бедарик, В. П. Хейдоров.

Регистрационный номер № 2013/110 (рассмотрен и утвержден на заседании Центрального учебно-методического Совета 19 июня 2013 г., протокол № 6).

4. Литвинова Т. Н. Общая химия: задачи с медико-биологической направленностью / Т. Н. Литвинова. – Ростов н/Д: Феникс, 2014. – 319 с.

#### *Адрес для корреспонденции:*

210023, Республика Беларусь,  
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,  
УО «Витебский государственный  
ордена Дружбы народов  
медицинский университет»,  
кафедра общей, физической  
и коллоидной химии,  
тел. раб. 8(0212)64-81-61,  
Кунцевич З. С.

Поступила 30.08.2017 г.